

===== PAJ =====

TI - TREATMENT OF RESIDUAL STRESS OF WELDED JOINT PART
 AB - PURPOSE: To decrease the residual stress in the welded joint part of metallic materials by heating both sides of the welded joint part and cooling forcibly the welded joint part to a specific temp. by a low temp. liquefied gas.
 - CONSTITUTION: Metallic materials A1, A2 are butt-welded along a weld line M and thereafter both sides 2, 2' of the welded joint part 1 where the residual compressive stress exists are heated to the lowest possible temp., more preferably to about ≤ 200 deg.C by the flame for heating radiated from nozzles 3, 3'. At the same time, a coolant 5 such as liquid nitrogen or the like stored in a storage tank 4 is sprayed along the weld line M of the part 1 via a valve 6 and a flexible pipe 7 from a spraying pipe 8 to cool forcibly the periphery of the part 1 to ≤ 0 deg.C. A cover 9 is preferably provided to keep the places except the part to be cooled free from the jet 9 of the coolant 5.
 PN - JP60018292 A 19850130
 PD - 1985-01-30
 ABD - 19850611
 ABV - 009135
 AP - JP19840120525 19840612
 GR - M386
 PA - MASANORI WATANABE; others: 02
 IN - WATANABE MASANORI; others: 03
 I - B23K31/00

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭60—18292

⑪ Int. Cl.⁴
B 23 K 31/00

識別記号

庁内整理番号
6579—4E

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月30日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑭ 溶接継手部の残留応力処理法

① 特 願 昭59—120525

② 出 願 昭58(1983)4月5日

③ 特 願 昭58—59667の分割

④ 発 明 者 渡辺正紀
西宮市川東町8—23

⑤ 発 明 者 青木尚夫
豊橋市西高師町字奥谷14—1

⑥ 発 明 者 藤枝幸二
豊橋市北山町字東浦10—14

⑦ 発 明 者 森井泰
横浜市港南区上大岡東1—27—20

⑧ 出 願 人 渡辺正紀

⑨ 出 願 人 西宮市川東町8—23
トビー工業株式会社
東京都千代田区四番町5番地9

⑩ 出 願 人 日本酸素株式会社
東京都港区新橋一丁目16番7号

⑪ 代 理 人 弁理士 木戸伝一郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

溶接継手部の残留応力処理法

2. 特許請求の範囲

1. 金属材料を溶接した後、溶接継手部の両側を加熱昇温せしめるとともに、溶接継手部に低温液化ガスを噴射せしめて該溶接継手部を0℃以下に強制冷却することを特徴とする溶接継手部の残留応力処理法。

2. 金属材料がオーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金、銅合金、高張力鋼、合金鋼あるいはこれら金属材料のグラッド鋼であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の溶接継手部の残留応力処理法。

3. 低温液化ガスが液体窒素、液化炭酸ガス、

液体アルゴンおよび液体空気より選ばれた冷媒であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の溶接継手部の残留応力処理法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は金属材料を溶接によって接続するに際して、溶接継手部に溶接後に発生する残留応力を低減もしくは制御する処理方法に関するものである。

一般に金属材料を、溶接する場合たとえば容器や構造物を製作するに際しての溶接作業や配管を連結するため等の溶接作業においては、金属材料の溶接継手部には、溶接後の冷却に伴って生ずる収縮と拘束とによって、残留応力が発生することは避けられない。

即ち第1図は、外的拘束のない二枚の金属材料

をその端面で突合せて溶接して接続した場合に金属材料に発生する残留応力の分布状態を模式的に示したものである。

ここに σ_x 、 σ_y は夫々溶接線Mに直角方向並びに溶接線に沿った方向に発生する残留応力を示すものであり、いずれも溶接中央部では引張り残留応力が発生し、周囲に行くにしたがって圧縮残留応力となる。これらの特性は一般によく知られているものであり、特に溶接方向の応力 σ_y の値は材料の降伏点又はそれ以上の値を示すこともまた加られている。

そして上記した如き発生した引張り残留応力は製作物及び構造物を損傷せしめる等障害を惹起する大きな原因となる場合がある。

たとえばオーステナイト系ステンレス鋼を使用

て残留応力の緩和は可能であるが、このような高温に加熱することは、上記の金属材料ではクロムカーバイドが発生し、これによって粒界腐食を惹起し、機械的性質を低下せしめるような別の問題が生じる。更には850℃又はそれ以上の温度に加熱することは構造物の大きい変形を伴うことや、加熱により表面に酸化物が発生するなどの欠点があり技術的にも経済的にも問題があった。

又一方高張力鋼、合金鋼の残留応力を緩和させるため従来の上記の加熱により行なう場合、調質鋼では加熱温度を焼戻し温度以下にすることが材料の強度を保持することより必須である。このため加熱保持時間を長時間とすることとなり作業性を低下せしめるばかりでなく、残留応力の緩和を充分達成し得ないのが実情である。

した容器、構造物、配管等においては、材質、使用環境、応力発生状況などの条件により、その程度の差はあるが応力腐食割れが発生し、オーステナイト系ステンレス鋼を使用する場合の最も大きな問題となっている。又高張力鋼、合金鋼においても同様に残留応力の存在に起因する応力腐食割れ、その他の発生は数多く見られる。

このようなことより溶接後の金属材料の残留応力を緩和させるため、炉内応力除去焼鈍 (Thermal Stress Relief Treatment in Furnace) が広く採用されている。

しかしながらこのような方法では、たとえばSUS304ステンレス鋼の如き金属材料の応力除去に対して適用した場合、溶接後約850℃に加熱し、熱分布を均等化する為徐冷することによっ

このようなことより溶接後、継手部の両側を上記した加熱温度より低い温度で加熱して、より効果的な残留応力を緩和する方法が、1964年ティー、ダブリュ、グリーン (T. W. Greene) とエー、エー、ハルツバー (A. A. Halzbaur) により提案されたことがあった (ウエルディングジャーナル (Welding Journal) Vol. 25, No. 3, March, 1946, P. 171s - L. 85s)。この方法は溶接後、溶接継手部両側を一定幅範囲を200℃前後に加熱した後、溶接部を常温に保つ為に直ちに水冷して両側からの熱膨張力により溶接部を引張り塑性変形を起させることによって残留応力を緩和しようとするいわゆる Controlled Low Temperature Stress Relief 法 (低温応力緩和法) と称するものであって、出材の物理的、治

金的变化を与えないで応力を緩和する方法として、誠に興味深い方法といえよう。しかしこの方法では、水を使用するため、被溶接金属に酸化腐食を惹起する恐れがあるばかりでなく、製作過程中の事であれば水処理に対する処置もとれるが、完成品や貯留タンク等の開放検査時における補修溶接部にこの方法を適用しようとするれば、作業環境を悪化することは否めない。又補修溶接時の形状、長さは勿論その存在作業場所により所定の加熱位置や加熱幅などの所定の条件がとれなくて所定の温度では充分その目的を達し得ない場合も生じることがある。所詮、残留応力処理法としては炉内焼鈍が主流をしめ、法規などに定められており、かかる方法は主流にはなり得ない宿命にあったと思われる。

-196℃)、液化炭素ガス(三重点-79℃)、液体アルゴン(沸点約-186℃)あるいは液体空気(沸点約-194℃)等の冷却剤5を介6、可撓管7を介して噴霧管8より噴霧せしめて該溶接継手部1の周辺を0℃以下に強制冷却する。この場合、冷却剤を単に注ぐのみでは、この冷却剤が蒸発し、これによって膜が生じて冷却剤が金属表面に達するのを妨げ、効果的な冷却をし得ないので、好ましくは冷却剤を高速でかつ連続的に噴射することが有効である。尚溶接部だけを冷却して応力緩和をしたいようなときは、冷却剤の噴流9が被冷却部以外の場所に来るだけ当らないようにたとえば被覆カバー10を設けるとよい。

前記の火口3、3'は夫々管11、11'を介してアセチレン、プロパン、液化天然ガス、メタン等

本発明は上述の如き現状に鑑みなされたもので、金属材料の溶接に当って溶接継手部に発生する残留応力を、金属材料に可及的に低い加熱温度好ましくは200℃以下で加熱するとともに、溶接継手部を0℃以下の冷却剤の噴流により強制冷却することによる継手部の残留応力処理方法に関するものである。

以下第2図により本発明方法を説明する。

接続すべき所望の金属材料A₁、A₂を溶接線Mに沿って突合せ溶接した後、両金属材料A₁、A₂の溶接継手部1の圧縮残留応力が存在する両側2、2'を火口3、3'から放射される加熱用火炎にて可及的に低い温度好ましくは200℃以下で加熱するとともに直ちに溶接継手部1の溶接線Mに沿って貯留4に蓄えられている液体窒素(沸点約

の燃料ガス及び支燃用酸素ガス源(図示せず)に連通されているとともに溶接継手部1の両側2、2'に加熱用火炎を放射できるように金属材料A₁、A₂の溶接線に沿って冷却剤を噴霧する噴霧管1の両側に適宜間隔を隔てて配置され、支持部材12に噴霧管8と共に一体的に保持されている。

この方法によると溶接継手部1のビードの冷却と、その両側部2、2'の加熱とによって、温度差をより一層大きくすることが可能であり、これにより補修溶接部などで正規の加熱位置や加熱幅が充分とれないような場合でも残留応力の緩和効果をより一層顕著にすることが可能である。又溶接継手部1に発生する残留引張応力を積極的に圧縮残留応力に変換させる事もできる。さらに、各種欠陥が伴い易い溶接継手部1に生じる最高の残留

引張応力の発生位置を健全な母材側に移動せしめ得る。又噴霧器8より噴霧される冷却剤を一層低い温度のものを使用して溶接継手部1の冷却をより低温にすれば上記溶接継手部1の両側部2, 2'の加熱温度を高くすることなく、大きな温度差が得られ、充分なる残留応力の緩和が可能となり、耐応力腐食割れ等の発生が防止し得る。

又前記第2図の如く溶接継手部1を冷却するのみの処理で、たとえば0℃〜-100℃に遷移温度を有する軟鋼や高張力鋼などのフェライト系の材料を処理するにあたっては、残留応力緩和のため極端な低温処理途中で若し継手部に脆性割れの恐れがある場合には、冷却温度は必然的に制限されて幾分か高めにすることが必要となるので、残留応力を十分に満足し得るように緩和し得ない。

に沿った残留応力(σ_y)を、溶接線よりの距離と関連して、従来方法によるものと比較して第3図に図示する。

実施例

第3図は板厚6mm, 240×480mm角の軟鋼板の中心(240mm)にビードを盛り、次の如き処理を行なったものの応力分布特性を示したものである。

- A) ビード盛り後、未処理のまま大気中に放置した場合の残留応力の状態(線101)
- B) ビード盛り後、ビードに沿って液体窒素を噴射し該部を約-100℃に冷却した場合の残留応力の状態(線102)
- C) ビード盛り後、本発明の方法で第2図の如くビード両側をビード中心より20mm外側より各々

このような時には本発明の第2図の如き方法で冷却部の両側を加熱することによって、残留応力緩和を補充し、満足し得る緩和効果が得られる。勿論この方法の如く、加熱による膨張力や冷却による収縮力を利用する場合所定の加熱温度や冷却温度は、材料の膨張係数、降伏点の大きさに左右させられることは勿論である。

本発明の方法は上述した如く残留応力処理に種々の効果を発揮するが、特に引張り残留応力の存在が応力腐食割れ発生の原因となりやすいオーステナイト系ステンレス鋼、アルミニウム合金、銅合金、高張力鋼、合金鋼等の金属材料、更にはこれら金属材料のクラッド鋼の溶接継手部に本発明方法を適用すると極めて効果的である。

次に本発明方法の実施例を例示し、その溶接線

約50mm幅を約200℃に加熱した後、直ちにビードの中心より両側各々20mm幅に液体窒素を噴射し、該部を約-50℃に冷却した場合の残留応力の状態(線103)。

この実験は、加熱位置が引張り残留応力の発生位置にかかっている為、加熱帯に塑性変形を起し、その部分にかなり高い引張り応力を発生している。なお、本実験は実際の工事の状態を想定して行なったものである。

これらの残留応力分布特性を比較して明らかにように、本発明により溶接継手部のビードの冷却のみによっても応力値は相当緩和されるが、更にその両側部の加熱とによって、温度差をより一層大きくすることが可能であり、これによって加熱位置の選定を誤ったとしても引張り残留応力を逆

